

УДК 630*1

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ
ОАО «УФАЛЕЙНИКЕЛЬ» НА СРЕДНИЙ ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ПРИРОСТ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОБЕГА ПОДРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

А.В. БАЧУРИНА – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесоводства
e-mail: 9502011169@mail.ru *

А.О. ШЕВЕЛИНА – магистр Института леса и природопользования*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8 (343) 261-52-88

***Ключевые слова:** сосна обыкновенная, подрост, средний периодический прирост, промышленные поллютанты, ОАО «Уфалейникель».*

В результате воздействия промышленных поллютантов в ряде районов Урала сформировались неблагоприятные условия для произрастания лесной растительности. Одним из них является территория вблизи г. Верхнего Уфалея Челябинской области, где на протяжении многих десятилетий функционировало металлургическое предприятие ОАО «Уфалейникель», с 1 апреля 2017 г. производственная деятельность которого остановлена. Но, как известно, влияние поллютантов на растительность может осуществляться или путем непосредственного воздействия на ассимиляционный аппарат и прекращения фотосинтеза, или косвенно, путем накопления в почве сернистых и других соединений, ухудшения условий минерального питания и повреждения корневой системы.

В работе приведены результаты изучения влияния промышленных поллютантов ОАО «Уфалейникель» на средний периодический прирост центрального побега подроста сосны обыкновенной. Исследования проведены на временных пробных площадях, расположенных в юго-восточном направлении от источника промышленных поллютантов. Полученные данные свидетельствуют о неодинаковом влиянии поллютантов на подрост различных категорий крупности. Большее воздействие промышленные поллютанты оказывают на категории среднего и крупного подроста. Мелкий подрост является менее восприимчивым к аэро-техногенному воздействию. Текущий прирост по годам у растений высотой менее 0,5 м с каждым годом отчетливо увеличивается, тогда как указанной закономерности у подроста других категорий крупности не обнаружено.

INFLUENCE OF INDUSTRIAL POLLUTANTS OF JSC «UFALEYNICKEL» ON THE AVERAGE PERIODIC INCREMENT OF THE CENTRAL ESCAPE OF THE ADOLESCENT OF UNDEGROWTH OF THE PINE

A.V. BACHURINA – candidate of agricultural sciences,
assistant professor,
e-mail: 9502011169@mail.ru*

A.O. SHEVELINA – master student of the Institute of Forest and Nature Management*

* Federal state budgetary educational institution of higher education
«Ural state forest engineering university»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37;
phone: +7 (343) 261-52-88

Key words: pine, undergrowth, average periodic increment, industrial pollutants, Ufaleynickel OJSC.

As a result of exposure to industrial pollutants in some areas of the Urals unfavorable conditions for the growth of forest vegetation were formed. One of them is the territory near the town of Verkhny Ufaley of the Chelyabinsk Region, where for many decades the metallurgical enterprise OJSC Ufaleynickel has been operating, since April 1, 2017, its production activity has been stopped. But, as is well known, the effect of pollutants on vegetation can be carried out either by directly affecting the assimilation apparatus and stopping photosynthesis, or indirectly, by accumulating sulfur and other compounds in the soil, worsening the conditions of mineral nutrition and damaging the root system.

The paper presents the results of studying the effect of industrial pollutants of JSC «Ufaleynickel» on the average periodic increase in the central shoot of the young pine undergrowth. The studies were carried out on temporary sample plots located in the southeast direction from the source of industrial pollutants. The data obtained indicate that the pollutants do not have the same effect on the growth of various size categories. Industrial pollutants have a greater impact on the categories of medium and large undergrowth. Small undergrowth is less susceptible to airborne impacts. The current increase over the years in plants with a height of less than 0.5 m is clearly increasing every year, while the specified pattern in the undergrowth of other categories of size is not found.

Введение

Урал является одним из крупнейших центров в России и мире по добыче и переработке цветных металлов: меди, никеля, кобальта, алюминия, золота, свинца и других металлов [1, 2]. Первые никелевые месторождения были открыты на Урале в начале XX в. 1 августа 1931 г. заложен первый камень под производственные цеха будущего никелевого завода в г. Верхний Уфалей Челябинской области. Основной продукцией указанного завода являлись никель гранулированный, оксид нике-

ля, кобальт, оксид кобальта. До недавнего времени ОАО «Уфалейникель» было одним из ведущих предприятий, имеющих комплекс с полным производственным циклом по добыче никелевой руды и выпуску готовой продукции. Как известно, металлургические предприятия являются источниками промышленных поллютантов, распространяющихся на большие расстояния [3]. Объем выбросов ОАО «Уфалейникель» составлял около 44 000 т в год. В составе поллютантов насчитывалось около 40 видов вредных

веществ, основными из них – диоксид серы, неорганическая пыль, бензапирен, оксид меди, никель и др. С 1 апреля 2017 г. руководство предприятия объявило об остановке производства и консервации оборудования из-за нерентабельности производства. Тем не менее негативное влияние промышленных поллютантов указанного предприятия на окружающую природную среду ещё долгое время будет сохраняться из-за накопления их в почве, организмах, миграции в трофических цепочках [4–6].

Цель и методика исследований

Летом 2017 г. нами были проведены исследования с целью изучения влияния промышленных поллютантов ОАО «Уфалейникель» на прирост центрального побега подроста сосны обыкновенной на временных пробных площадях (ВПП), заложенных нами в 2015 г. на различном удалении от источника промышленных поллютантов в юго-восточном направлении согласно преобладающим ветрам. В соответствии с Перечнем лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации [7] район исследований относится к Южно-Уральскому лесостепному лесному району лесостепной зоны.

Объектами исследования являются сосняки вейниково-разнотравного типа леса, III–IV классов возраста, произрастающие по II–III классам бонитета. Доля преобладающей породы (сосна) в составе 6–8 единиц, сопутствующих (береза, осина) – 2–4 единицы. Кроме того, на ВПП-2 произрастает ель. Таким образом, было заложено 8 ВПП на расстоянии 6,4–31,3 км от источника загрязнения. ВПП 8К, удаленная на наибольшее расстояние, принята за условно-контрольную. На этих объектах ранее было изучено санитарное состояние древостоев, состояние естественного возобновления и подлеска, а также предпринята попытка зонирования территории, подвергшейся аэротехногенному воздействию по степени загрязнения [3, 8, 9].

В ходе исследования проведены измерения годичных приростов центрального побега подроста сосны обыкновенной. Было отобрано по 15 модельных экземпляров подроста каждой категории крупности: мелкого – до 0,5 м, среднего – 0,5–1,5 м, крупного – выше 1,5 м, на каждой ВПП, за исключением ВПП 6, где подрост отсутствовал. Измерения проводили с помощью мерной ленты.

Результаты исследований и их обсуждение

Прирост центральных побегов молодых деревьев является эффективным показателем роста, состояния, устойчивости подроста к воздействию различных факторов окружающей среды [10–12]. В табл. 1 приведены средние значения текущего прироста центрального побега в высоту за последние 6 лет, а также рассчитанный средний периодический прирост за 6 лет.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что показатели прироста у подроста средней и крупной категорий имеют четкую тенденцию увеличения с удалением насаждений от источника промышленных поллютантов. Так, например, на ВПП 1 (6,4 км) средний периодический прирост у подроста средней категории крупности равен 4,6 см, а на ВПП 7 (21,3 км) – 7,3 см, при том, что на условно-контрольной ВПП 8К (31,3 км) его величина достигает 10,0 см. То есть в сосняках на удалении 6,4–21,3 км от ОАО «Уфалейникель» исследу-

емый показатель варьируется от 46 до 73 % относительно значения на условно-контрольной ВПП 8К. Аналогичная закономерность обнаруживается и для категории крупного подроста. Причем в этой группе наблюдается интервал соотношения к данным контроля 47,3–80,9 %.

Что касается мелкого подроста, то здесь прямой зависимости изменения показателя среднего периодического прироста центрального побега за 6 лет нами не выявлено. Так, в насаждениях, расположенных на расстоянии 11,7 и 13,9 км (ВПП 3 и ВПП 4), этот показатель больше, чем в сосняках, удаленных от источника загрязнения на меньшее расстояние – 6,4 и 7,6 км, ВПП 1 и ВПП 2 соответственно. Однако наибольшее значение прироста отмечается все же на условно-контрольной ВПП 8К.

Полученные материалы позволяют сделать вывод и о том, что большее влияние промышленные поллютанты оказывают на категорию среднего и крупного подроста. Мелкий же подрост является менее восприимчивым к аэротехногенному воздействию. Возможно, это связано с эффектом накопления, поскольку поллютанты имеют свойство долгое время сохраняться в почве и органах самих растений [13–15].

Интересно отметить, что средний текущий прирост по годам у растений высотой менее 0,5 м с каждым годом отчетливо увеличивается, тогда как такой закономерности у подроста больших категорий крупности не обнаруживается.

Таблица 1

Table 1

Средние показатели прироста центрального побега подраста сосны различной категории крупности
The average increment rate of the central shoot of the undergrowth of pine of various size categories

ВПП (WFP)	Расстояние от источника загрязнения, км Distance from the source of pollution, km	Средний текущий прирост в высоту по годам, см The average current increase in height by year, cm						Средний периодический прирост за 6 лет, см Average annual growth for 6 years, cm	Отношение к контролю, % Relation to control, %
		2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Мелкий (до 0,5 м) Small (up to 0.5 m)									
1	6,4	2,6±0,21	2,6±0,22	2,7±0,15	3,3±0,22	3,5±0,24	3,7±0,21	3,1±0,20	59,6
2	7,6	2,5±0,35	2,8±0,26	3,3±0,28	3,4±0,38	3,6±0,22	3,9±0,42	3,3±0,21	63,5
3	11,7	2,0±0,21	2,5±0,28	2,8±0,23	3,4±0,21	3,3±0,51	3,5±0,29	2,9±0,24	55,8
4	13,9	2,1±0,14	2,7±0,20	3,0±0,25	3,3±0,21	2,8±0,31	4,0±0,26	3,0±0,26	57,7
5	16,9	2,7±0,47	3,0±0,18	3,2±0,29	3,6±0,29	4,0±0,23	5,4±0,73	3,7±0,40	71,2
7	21,3	2,9±0,16	2,5±0,25	3,1±0,30	3,3±0,34	3,6±0,35	4,4±0,29	3,3±0,27	63,5
8K	31,3	4,0±0,77	4,7±0,72	5,4±0,53	5,4±0,44	5,7±0,67	5,9±0,51	5,2±0,29	100,0
Средний (0,5 – 1,5 м) Average (0.5 – 1.5 m)									
1	6,4	4,3±0,30	3,7±0,26	4,1±0,24	4,3±0,37	5,3±0,21	5,6±0,26	4,6±0,30	46,0
2	7,6	4,8±0,31	5,0±0,41	5,1±0,58	6,3±0,46	6,6±0,35	6,6±0,48	5,7±0,35	57,0
3	11,7	4,1±0,59	4,7±0,55	4,3±0,63	4,9±0,43	5,7±0,48	6,8±0,59	5,1±0,41	51,0
4	13,9	5,0±0,62	6,3±0,54	7,0±0,56	6,1±0,65	7,1±0,56	7,5±0,57	6,5±0,37	65,0
5	16,9	4,9±0,58	4,9±0,41	5,9±0,69	8,3±0,74	8,5±0,91	9,5±1,37	7,0±0,82	70,0
7	21,3	6,1±0,43	6,3±0,70	6,5±0,74	6,8±0,92	8,6±0,92	9,3±1,13	7,3±0,55	73,0
8K	31,3	8,3±0,96	9,7±0,96	8,7±0,35	10,9±0,82	10,4±0,56	11,9±0,52	10,0±0,55	100,0
Крупный (более 1,5 м) Large (more than 1.5 m)									
1	6,4	5,6±0,52	4,6±0,79	5,8±0,64	6,5±0,84	6,0±0,91	8,6±0,83	6,2±0,55	47,3
2	7,6	5,1±0,61	5,5±0,62	5,7±0,51	6,9±0,47	7,6±0,38	8,3±0,47	6,5±0,52	49,6
3	11,7	5,9±0,64	5,9±0,56	6,3±0,75	7,0±0,68	7,4±0,92	9,6±0,69	7,0±0,57	53,4
4	13,9	5,0±0,61	6,3±0,56	6,3±0,74	7,0±0,53	8,3±1,00	10,3±0,43	7,2±0,76	55,0
5	16,9	5,6±0,94	5,6±1,18	7,7±0,86	8,7±0,51	9,9±0,56	10,6±1,16	8,0±0,87	61,1
7	21,3	7,4±0,8	8,1±1,20	9,8±1,04	11,4±1,07	13,1±0,76	13,5±0,63	10,6±1,04	80,9
8K	31,3	10,1±0,21	10,9±0,3	10,8±0,62	13,6±0,45	15,4±0,41	17,7±0,85	13,1±1,24	100,0

Текущий прирост центрального побега 2017 г. формировался уже без прямого аэротехногенного воздействия, и на данный момент показатели этого года на всех ВПП для растений всех категорий крупности превышают аналогичные за предыдущие

5 лет. Является это следствием остановки производства и прекращения поступления промышленных поллютантов в атмосферу либо влиянием каких-либо других экологических факторов, пока сказать трудно. Для получения ответа на этот вопрос необ-

ходимо проведение дальнейших более детальных и длительных исследований.

На рис. 1 в виде графиков приведены анализируемые нами данные. Визуально можно наблюдать закономерность влияния расстояния от источника

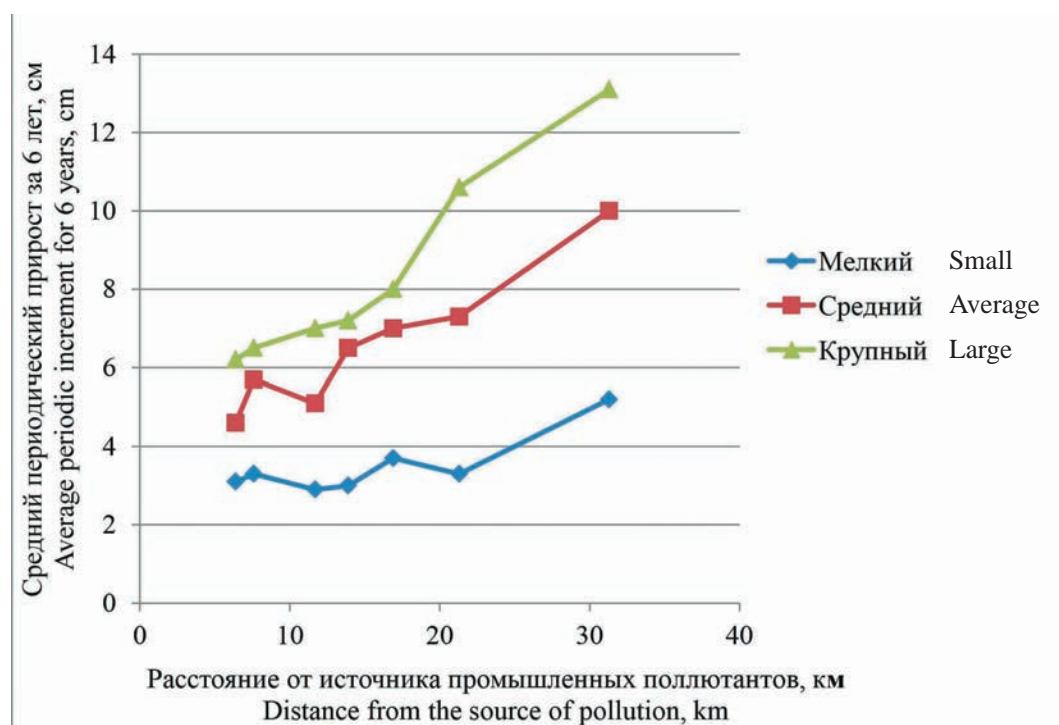


Рис.1. Средний периодический прирост в высоту подроста сосны различных категорий крупности, произрастающего на разном удалении от источника промышленных поллютантов
 Fig.1. Average periodic increment of undergrowth of pine in different categories size, growing in pine forests, remote from the source pollutants

промышленных поллютантов на прирост подроста по высоте всех категорий крупности.

Значения средних периодических приростов за последние 6 лет с увеличением расстояния от источника поллютантов неуклонно стремятся вверх.

Для каждой категории крупности подроста нами проведен регрессионный анализ зависимостей среднего периодического прироста за 6 лет от расстояния до источника загрязнения и подобраны соответствующие уравнения. Указанные зависимости описываются следующими уравнениями для категорий мелкого, среднего и крупного подроста соответственно:

$$y = 0,0052x^2 - 0,1182x + 3,7378. \quad (1)$$

Величина достоверности аппроксимации $R^2=0,89$;

$$y = 0,0025x^2 + 0,1085x + 4,1546. \quad (2)$$

Величина достоверности аппроксимации $R^2=0,93$;

$$y = 0,0046x^2 + 0,1167x + 5,1438 \quad (3)$$

Величина достоверности аппроксимации $R^2=0,96$, где во всех уравнениях x – расстояние от источника промышленных поллютантов, км;

y – средний периодический прирост подроста за последние 6 лет, см.

Уравнения действительны в пределах изменения переменной $6,4 \leq x \leq 31,3$ км.

В табл. 2 приведены значения средних периодических приростов

центрального побега подроста трех категорий крупности с учетом зон поражения, выделенных нами в предыдущей работе [8], а на рис. 2 в виде столбчатой диаграммы представлены значения исследуемого показателя по зонам поражения.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что показатели среднего периодического прироста по зонам поражения существенно отличаются от аналогичных на условно-контрольной ВПП. Это наиболее заметно для категории крупного подроста.

Так, в зоне сильного поражения он равен 6,6 см, среднего – 7,6, слабого – 10,6 см, что составляет 48,5, 55,9 и 77,9% от значения аналогичного показателя на контроле соответственно.

Таблица 2

Table 2

Средний периодический прирост подраста сосны различных категорий крупности
по зонам поражения

Average periodic increment of pine undergrowth of various categories size
by affected zones

№ ВПП № (WFP)	Расстояние от источника поллютантов, км Distance from the source of pollution, km	Зона поражения Affected zone	Средний периодический прирост за 6 лет, см Average periodic increment for 6 years, cm	Средний периодический прирост в зоне поражения, см Average periodic increment in the affected area, cm
Мелкий (до 0,5 м) Small (up to 0.5 m)				
1	6,4	Сильная High	3,1±0,20	3,1±0,12
2	7,6		3,3±0,21	
3	11,7		2,9±0,24	
4	13,9	Средняя Medium	3,0±0,26	3,4±0,35
5	16,9		3,7±0,40	
7	21,3	Слабая Low	3,3±0,27	3,3±0,27
8К	31,3	–	5,2±0,29	5,2±0,29
Средний (0,5–1,5 м) Average (0.5–1.5 m)				
1	6,4	Сильная High	4,6±0,30	5,1±0,32
2	7,6		5,7±0,35	
3	11,7		5,1±0,41	
4	13,9	Средняя Medium	6,5±0,37	6,8±0,25
5	16,9		7,0±0,82	
7	21,3	Слабая Low	7,3±0,55	7,3±0,55
8К	31,3	–	10,0±0,55	10,0±0,55
Крупный (более 1,5 м) Large (more than 1.5 m)				
1	6,4	Сильная High	6,2±0,55	6,6±0,23
2	7,6		6,5±0,52	
3	11,7		7,0±0,57	
4	13,9	Средняя Medium	7,2±0,76	7,6±0,4
5	16,9		8,0±0,87	
7	21,3	Слабая Low	10,6±1,04	10,6±1,04
8К	31,3	–	13,1±1,24	13,1±1,24

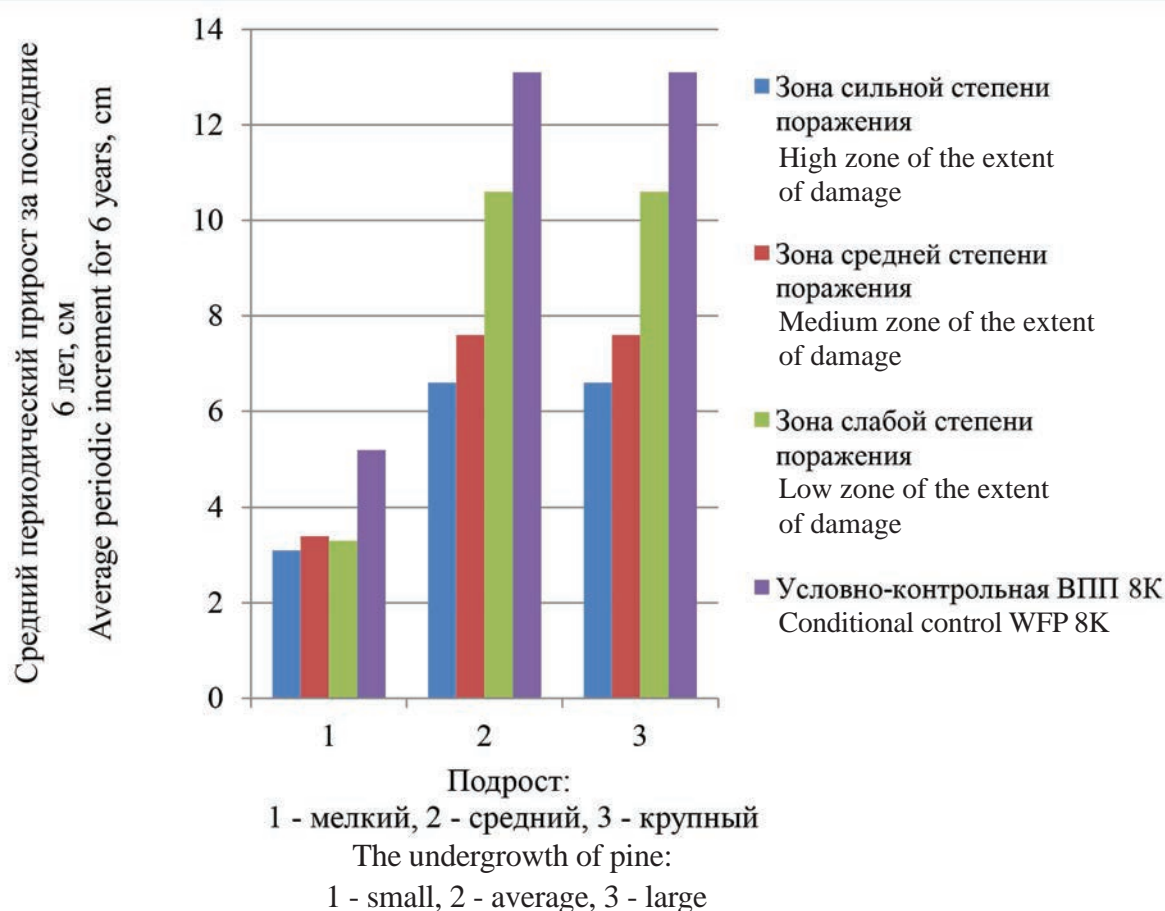


Рис. 2. Средний периодический прирост подраста в различных зонах поражения и на условно-контрольной пробной площади

Fig. 2. Average periodic increment of undergrowth in different zones of the extent of damage and conditional control trial area

Для подраста средней категории эти отклонения не так значительны. В зоне сильной степени поражения показатель составляет 51%, средней – 68,0%, а слабой – 73,0% от контрольного значения. В отношении категории мелкого подраста выявлена следующая тенденция: исследуемый показатель во всех зонах поражения значительно ниже такового на контрольной пробной площади. При этом нет существенных различий в показателях среднего периодического прироста по зонам поражения. Указанные показатели в зонах сильного, среднего и

слабого поражения составляют 59,6, 66,7 и 63,5% от такового на контрольной пробной площади соответственно.

Выводы

1. На значения среднего периодического прироста мелкого подраста удаление от источника поллютантов в границе до 21,3 км не оказывает влияния, чего нельзя сказать о категориях среднего и крупного подраста.

2. Для всех категорий крупности подраста проведен регрессионный анализ зависимостей среднего периодического при-

роста за 6 лет от расстояния до источника загрязнения и подобраны соответствующие полиномиальные уравнения.

3. Значительное превышение прироста в высоту у подраста на условно-контрольной пробной площади по сравнению с таковым на других ВПП свидетельствует о том, что промышленные поллютанты являются существенным фактором, сказывающимся на росте центрального побега подраста всех категорий крупности.

Библиографический список

1. Залесов С.В., Бачурина А.В., Бачурина С.В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь», и реакция их компонентов на проведение рубок обновления [Электронный ресурс]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. URL: <http://www.elar.usfeu.ru/handle/123456789/6620>
2. Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние искусственных сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1999. 185 с.
3. Бачурина А.В., Белов Л.А., Шевелина А.О. Состояние естественного возобновления в сосняках, прилегающих к г. Верхнему Уфалею Челябинской области // Леса России и хоз-во в них. 2017. Вып. 2 (61). С. 13–21.
4. Влияние продуктов сжигания попутного газа при добыче нефти на репродуктивное состояние сосновых древостоев в северотаежной подзоне / Д.Р. Аникеев, И.А. Юсупов, Н.А. Луганский, С.В. Залесов, К.И. Лопатин // Экология. 2006. № 2. С. 122–126.
5. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья / С.В. Залесов, Е.В. Невидомова, А.М. Невидомов, Н.В. Соболев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 204 с.
6. Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С.В. Залесов, Н.А. Кряжевских, К.В. Крючков, К.И. Лопатин, В.Н. Луганский, Н.А. Луганский, А.Е. Морозов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. Вып. 1. 436 с.
7. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». URL: <http://www.consultant.ru>
8. Шевелина А.О., Бачурина А.В. Влияние промышленных поллютантов ОАО «Уфалейникель» на санитарное состояние прилегающих сосняков // УГЛТУ в решении социальных и лесоводственно-экологических проблем лесного комплекса Урала и Западной Сибири: матер. XIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов Ин-та леса и природопользования. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. С. 224–227.
9. Шевелина А.О., Бачурина А.В. Состояние подлеска в сосняках Уфалейского лесничества в условиях промышленного загрязнения // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XIV Всерос. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. С. 620–623.
10. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: БИН РАН, 1997. 210 с.
11. Залесов С.В., Лобанов А.Н., Луганский Н.А. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 112 с.
12. Осипенко А.Е., Залесов С.В. Производительность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края // ИВУЗ. Лесн. жур. 2018. № 2. С. 33–40.
13. Залесов С.В., Лаишевцев Р.Н., Колтунов Е.В. Содержание тяжелых металлов в почве и хвое сосны обыкновенной в лесопарках Екатеринбурга // Леса России и хоз-во в них: сб. науч. тр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т; Бот. сад УрО РАН, 2007. Вып. 1 (29). С. 238–246.
14. Залесов С.В., Колтунов Е.В., Лаишевцев Р.Н. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках Екатеринбурга // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 56–58.
15. Залесов С.В., Ужгин Ю.В. Рост искусственных сосновых насаждений в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа // Аграрн. вестник Урала. 2014. № 8 (126). С. 46–49.

Bibliography

1. Zalesov S.V., Bachurina A.V., Bachurina S.V. The state of forest plantations, subject to the influence of industrial pollutants of CJSC Karabashmed, and the reaction of their components to the logging update [Electronic resource]. Yekaterinburg: Ural state forestry University, 2017. URL: <http://www.elar.usfeu.ru/handll/123456789/6620>
 2. Yusupov I.A., Lugansky N.A., Zalesov S.V. The state of artificial pine young growths in terms of industrial pollutants. Yekaterinburg: Ural state forestry acad., 1999. 185 p.
 3. Bachurina A.V., Belov L.A., Shevelina A.O. The state of natural renewal in the pine forests adjacent to the town of Verkhny Ufaley of the Chelyabinsk region // Forest of Russia and the economy in them. 2017. Vol. 2 (61). P. 13–21.
 4. Effect of associated gas flaring products on oil production on the reproductive state of pine stands in the northern taiga subzone / D.R. Anikeev, I.A. Yusupov, N.A. Lugansky, S.V. Zalesov, K.I. Lopatin // Ecology. 2006. No. 2. P. 122–126.
 5. Cenopopulations of forest and meadow plant species in the anthropogenically disturbed associations of the Nizhny Novgorod Volga and Povatluzhya / S.V. Zalesov, E.V. Nevidomova, A.M. Nevidomov, N.V. Sobolev. Yekaterinburg: Ural state forestry univ., 2013. 204 p.
 6. Degradation and demutation of forest ecosystems in the conditions of oil and gas production / S.V. Zalesov, N.A. Kryazhevskikh, K.V. Kryuchkov, K.I. Lopatin, V.N. Lugansky, N.A. Lugansky, A.E. Morozov. Yekaterinburg: Ural state forestry univ., 2002. Vol. 1. 436 p.
 7. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated August 18, 2014 No. 367 «On approval of the List of forest vegetation zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation». URL: <http://www.consultant.ru>
 8. Shevelina A.O., Bachurina A.V. The influence of industrial polluters of Ufaleynickel OJSC on the sanitary condition of adjacent pine forests // USFI in solving social and forestry-ecological problems of the forest complex of the Urals and Western Siberia: mater. XIII vseros. scientific tech. conference undergraduate and graduate students of the Institute of Forest and Nature Management. Yekaterinburg: Ural state forestry univ., 2017. P. 224–227.
 9. Shevelina A.O., Bachurina A.V. Condition of undergrowth in pine forests of Ufaleisky forest area under industrial pollution // Scientific youth creativity – the forest complex of Russia: mater. XIV All-Russia scientific and technical conf. [Electronic resource]. Yekaterinburg: Ural state forestry university, 2018. P. 620–623.
 10. Yarmishko V.T. Pine ordinary and atmospheric pollution in the European North. SPb.: BIN RAS, 1997. 210 p.
 11. Zalesov S.V., Lobanov A.N., Lugansky N.A. Growth and productivity of pine forests of artificial and natural origin. Yekaterinburg: Ural state forestry univ., 2002. 112 p.
 12. Osipenko A.E., Zalesov S.V. Productivity of artificial pine forests in the pine forests of the Altai Territory // Higher educational institution Forest Logging. 2018. No. 2. P. 33–40.
 13. Zalesov S.V., Laishetsev R.N., Koltunov E.V. The content of heavy metals in the soil and needles of Scots pine in the forest parks of Yekaterinburg-Rhineburg // Russian Forests and their economy: Coll. scientific tr. Yekaterinburg: Ural state forestry un-t; Botanical Garden UB RAS, 2007. Vol. 1 (29). P. 238–246.
 14. Zalesov S.V., Koltunov E.V., Laishetsev R.N. The main factors of infestation of pine root and stem rot in urban forest parks of Yekaterinburg // Protection and quarantine of plants. 2008. No. 2. P. 56–58.
 15. Zalesov S.V., Uzhgin Yu.V. The growth of artificial pine plantations in the area of the East-Ural radioactive trace // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. № 8 (126). P. 46–49.
-